

DESENVOLVIMENTO CONCEITUAL NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA: EVOLUÇÃO DE CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA ORIENTADA POR UM PROGRAMA EM HISTÓRIA DA QUÍMICA

CONCEPTUAL DEVELOPMENT IN CHEMISTRY TEACHERS TRAINING: EVOLUTION OF CONCEPTIONS OF THE NATURE OF SCIENCE FROM A PROGRAM ON HISTORY OF CHEMISTRY

Hemerson Henrique Ferreira do Nascimento*, Angela Fernandes Campos, Maria Angela Vasconcelos de Almeida
Departamento de Química - UFRPE - PE

Resumo: A incorporação de uma dimensão histórico-filosófica no Ensino das Ciências é reconhecida e tem argumentos a seu favor – a edificação da epistemologia docente, por exemplo –, contudo as propostas que incentivam a adoção de abordagens deste tipo permanecem pouco efetivas em razão de seu caráter altamente teórico. Assim, este trabalho objetiva apresentar uma proposta prática para a formação inicial de professores de Química e avaliar a sua efetividade. Os resultados, confirmando a pesquisa normal em torno deste tema, sugerem uma discreta evolução dos estudantes na forma de “pensar ciência” e tem nos permitido enxergar a necessidade de extrapolar tais discussões para espaços menos pontuais do que disciplinas específicas.

Palavras-chave: desenvolvimento conceitual, concepções sobre a natureza da ciência, formação inicial, História da Química.

Abstract: The incorporation of a historical-philosophical dimension in Science Teaching is recognized and has arguments in its favor – the building of the teacher epistemology, e.g. –, however the proposals which encourage the adoption of such approaches remain ineffective due to its highly theoretical character. Therefore, this work presents a practical proposal for the Chemistry teachers training and evaluate its efficacy. The results, confirming the normal research on this issue, suggest a slight evolution of the students in the form of "think science" and has allowed us to see the need to extrapolate those discussions for spaces less punctual than specific subjects.

Keywords: conceptual development, conceptions of the nature of science, teacher training, History of Chemistry.

1. Introdução

A incorporação de uma dimensão histórico-filosófica no Ensino das Ciências (EC) é reconhecida e tem argumentos a seu favor (MATTHEWS, 1994), por esta razão o campo (EC), já há algum tempo, tem dedicado parte de seus esforços ao estudo das contribuições que um ensino orientado por elementos contextuais, isto é, aquele fundamentado na História e na Filosofia das Ciências, pode oferecer para a formação inicial de professores (TEIXEIRA *et al*, 2009). Até o momento, não há consenso sobre seus benefícios em relação ao rendimento dos alunos e as

* hemerson.ufrpe@gmail.com

propostas que incentivam iniciativas de adoção dessa abordagem permanecem pouco efetivas, a exemplo de algumas reestruturações curriculares mais recentes fomentadas oficialmente ou não em diferentes países – incluindo-se aqui o Brasil com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e as Novas Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação –, como esclarece Oki (2006).

De fato, considerando que as concepções sobre a natureza da ciência tem relação direta com o que se chama epistemologia docente e que orientam as práticas pedagógicas dos professores, reflexões sobre este tema encontram um importante propósito (GIL-PEREZ, *et al*, 2001; PRAIA, *et al*, 2007; EL-HANI, 2011). O que acontece, no entanto, é que as medidas para adoção de uma perspectiva histórico-filosófica nos currículos dos cursos de graduação em Química (não só na licenciatura, mas também no bacharelado), especificamente, tem se mostrado um tanto incipientes, como apontam Mortimer, Machado e Romanelli (2000), ainda que se reconheça a necessidade de sua incorporação.

Como um dos problemas apontados, podemos citar o caráter altamente teórico das propostas produzidas e, por isso, a impossibilidade de uma aplicação prática; além do que, a ausência de materiais didáticos com este enfoque é um agravante, pois impossibilita a mediação entre a teoria e as situações concretas (MARTINS, 2011; PORTO, 2011). Assim, a proposta de um programa voltado para a discussão e análise de textos, pelo menos fontes secundárias, de História da Química e Filosofia da Ciência parece oferecer uma alternativa para problemas como este que ora se instalam no Ensino das Ciências e, mais especificamente, no Ensino de Química.

Deste modo, a pesquisa aqui apresentada objetivou investigar como um programa orientado por questões epistemológicas que suportam discussões em torno de episódios da História da Química podem promover um melhor entendimento dos alunos sobre questões que envolvem a natureza da ciência. Acreditamos que discussões próprias de um ensino contextual, que permitam abordar questões históricas e filosóficas possibilitam a ocorrência de uma mudança conceitual ocasionada pelo deslocamento do pensamento carregado de um indutivismo ingênuo na direção de outro “lógico” ou dedutivo (CHALMERS, 1993). Esta mudança conceitual que se processa por meio de mecanismos de reestruturação, explicitação e integração hierárquica (POZO e CRESPO, 2009) levará o licenciando de uma “filosofia do senso comum”, nas palavras de Bachelard (1996), a uma forma científica de pensamento e, por isso, mais adequada ao perfil do professor de Química em formação.

2. Procedimentos de Pesquisa

2.1 Caracterização

A investigação tomou lugar na disciplina “História da Química”, oferecida aos alunos do sétimo período do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE) como componente curricular obrigatório e que constitui um espaço do curso em que há abertura para discussões de cunho filosófico.

Quadro 1: Detalhamento do programa em História da Química

| ATIVIDADE/TEMA | BIBLIOGRAFIA |
|---|--|
| Aplicação de questionário para identificar as concepções dos alunos sobre Ciências, Química, experimentação, alguns nomes da história, etc. Apresentação do conteúdo programático e discussão dos objetivos da disciplina. | |
| Introdução À Epistemologia das Ciências 1 – Empirismo 2 – Racionalismo clássico 3 – Positivismo 4 – Racionalismo crítico | BORGES, R. M. R. Em debate: cientificidade e educação em ciências. 2ª Ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. CHALMERS, A F. O que é ciência afinal? Editora Brasiliense, 1ª Ed. 1993. |
| Nascimento da Química Moderna Século XVII – Blaise Pascal, | BENSAUDE-VINCENT, B.; STENGERS, I. História da Química. Portugal: Instituto Piaget, 1992. MAAR, Juergen Heinrich. História da Química. 2. ed. Florianópolis: Conceito Editorial, 2008. |
| Nascimento da Química Moderna Século XVIII - Teoria do Flogístico, Seminários sobre Epistemologia das Ciências | BENSAUDE-VINCENT, B.; STENGERS, I. História da Química. Portugal: Instituto Piaget, 1992. BORGES, R. M. R. Em debate: cientificidade e educação em ciências. 2ª Ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. CHALMERS, A F. O que é ciência afinal? São Paulo: Editora Brasiliense, 1. ed., 1993. |
| Continuação dos Seminários sobre Epistemologia das Ciências | BORGES, R. M. R. Em debate: cientificidade e educação em ciências. 2ª Ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. CHALMERS, A F. O que é ciência afinal? São Paulo: Editora Brasiliense, 1. ed. 1993. |
| A Química dos gases e a Revolução Química de Lavoisier | ALFONSO-GOLDFARB, A.M.A. As possíveis origens da química moderna Química Nova , v.16, n.1, 1993 BENSAUDE-VINCENT, B.; STENGERS, I. História da Química. Portugal: Instituto Piaget, 1992. BROCK, W. H. The Norton History of Chemistry. New York, London: W.W.Norton & Company, 1993. MAAR, Juergen Heinrich. História da Química. 2. ed. Florianópolis: Conceito Editorial, 2008. |
| A Teoria Atômica de Dalton e suas consequências | BENSAUDE-VINCENT, B.; STENGERS, I. História da Química. Portugal: Instituto Piaget, 1992. BROCK, W. H. The Norton History of Chemistry. New York, London: W.W.Norton & Company, 1993. FILGUEIRAS, C.A.L. Duzentos anos da teoria atômica de Dalton. Química Nova na Escola , v.20, 204, p.38-44, 2004. MAAR, Juergen Heinrich. História da Química. 2. ed. Florianópolis: Conceito Editorial, 2008. |

| | |
|---|--|
| Berzelius: Determinação dos Pesos Atômicos e Teoria dualística | RHEINBOLDT, H. História da Balança : A vida de J. J. Berzelius. São Paulo: Nova Estela, 1988. |
| Desenvolvimento da química orgânica: Kekulé e Couper | FERREIRA, R. Inícios da Química Orgânica, análise, dificuldades (isomeria), Liebig (texto não publicado) – CCEN/UFPE FERREIRA, R. Wöhler e os radicais, substituição (Dumas), Frankland e Canizarro. ainda não publicados – CCEN /UFPE |
| Hipótese de Proust e o desenvolvimento da Lei Periódica: Mendeleev e Mayer. Termodinâmica | BENSAUDE-VINCENT, B.; STENGERS, I. História da Química . Portugal: Instituto Piaget, 1992. BROCK, W. H. The Norton History of Chemistry . New York, London: W.W.Norton & Company, 1993 NASCIMENTO, C. K.; BRAGA, J.P.; FABRIS, J.D. Reflexões sobre a contribuição de Carnot à primeira lei da Termodinâmica. Química Nova , v. 27, n. 3, 2004. |
| Desenvolvimento dos Modelos Atômicos Thomson, Rutherford e Bohr | MANSOOR, N. From cathode rays to particles to quantum of action: a rational reconstruction of struture of the atom and its implications for chemistry textbooks. Science Education , v.82, issue 5, 1998. |

Participaram, efetivamente, da pesquisa 37 alunos matriculados em duas turmas (17 no turno vespertino e 19 no noturno) no ano de 2012.

A disciplina tem sua carga horária distribuída em 02 (dois) encontros semanais, cada um com duração de duas horas. Ao longo do semestre, foram indicadas leituras prévias sobre os temas que seriam abordados em aula, de modo que esta leitura do material (geralmente fontes secundárias) pudesse subsidiar discussões acerca dos aspectos históricos e epistemológicos que orientaram práticas científicas ao longo do tempo. Os textos eram retomados em trechos destacados tanto pela professora quanto, preferencialmente, pelos próprios estudantes. Regularmente os alunos recebiam estudos dirigidos para sistematizar as discussões em respostas escritas, dando-lhes assim a chance de refletir sobre os debates e recompor as ideias. O quadro 1 traz um detalhamento dos materiais que sustentaram as atividades desenvolvidas.

3. Ferramenta de Coleta de Dados

Para a coleta dos dados utilizamo-nos do *Questionário de Crenças Científicas e Pedagógicas* (INPECIP), desenvolvido por Porlán em sua tese de doutorado e disponível em Junqueira e Maximiano (2011). Ao todo, a ferramenta conta com 56 afirmativas categorizadas, contudo são de interesse para os fins deste trabalho somente aquelas que dizem respeito à *Imagem da Ciência* (um total de 14 afirmativas). O questionário, aplicado como pré e pós-teste, tem uma estrutura do tipo Likert, de modo que os estudantes puderam mostrar um nível de adequação com relação às afirmativas a respeito da natureza da ciência – a escala de adequação tem variação de cinco pontos que vão de “concordo totalmente” a “discordo totalmente”. A fim de demarcar critérios para análise dos resultados, estabeleceu-se uma correspondência entre cada um dos cinco pontos da escala e níveis de adequação (*Visão*) – “Adequada” ou “Não adequada” – e concordância (*Resposta Satisfatória*) – “Concordo” ou “Discordo”. Estes níveis de adequação e concordância, por sua vez, mantêm uma relação com posicionamentos

epistemológicos tratados por Chalmers (1993), a saber: indutivismo ingênuo (empirismo) e raciocínio dedutivo (lógico-realista):

Tabela 1: Afirmativas do INPECIP que compreendem a categoria Imagem da Ciência e a sua adequabilidade.

| Posição da afirmação no INPECIP | Afirmativas | Visão | Resposta Satisfatória |
|---------------------------------|--|-------|-----------------------|
| A | As teorias científicas obtidas no final de um processo metodológico rigoroso são um reflexo correto da realidade. | NA | D |
| B | Na observação da realidade é impossível evitar um certo grau de deformação introduzida pelo observador. | A | C |
| C | O observador não deve atuar sob a influência de teorias prévias acerca do problema investigado. | NA | D |
| D | Toda investigação científica começa pela observação sistemática do fenômeno que se estuda. | NA | D |
| E | O conhecimento humano é fruto da interação entre o pensamento e a realidade. | A | C |
| F | O pensamento dos seres humanos está condicionado por aspectos subjetivos e emocionais. | A | C |
| G | O investigador sempre está condicionado, em sua atividade, pelas hipóteses que intui acerca do problema investigado. | A | C |
| H | O conhecimento científico é gerado graças à capacidade dos seres humanos de considerar problemas e imaginar possíveis soluções para os mesmos. | A | C |
| I | A eficiência e a objetividade do trabalho científico residem no fato de seguir fielmente as fases ordenadas do método científico: observação, hipóteses, experimentação e elaboração de teorias. | NA | D |
| J | A metodologia científica garante totalmente a objetividade no estudo da realidade. | NA | D |
| K | Através do experimento, o investigador comprova se sua hipótese de trabalho é verdadeira ou falsa. | NA | D |
| L | A ciência foi evoluindo historicamente mediante o acúmulo sucessivo de teorias verdadeiras. | NA | D |
| M | As hipóteses guiam o processo de investigação científica. | A | C |
| N | A experimentação é utilizada em alguns tipos de investigação científica, enquanto que em outros não. | A | C |

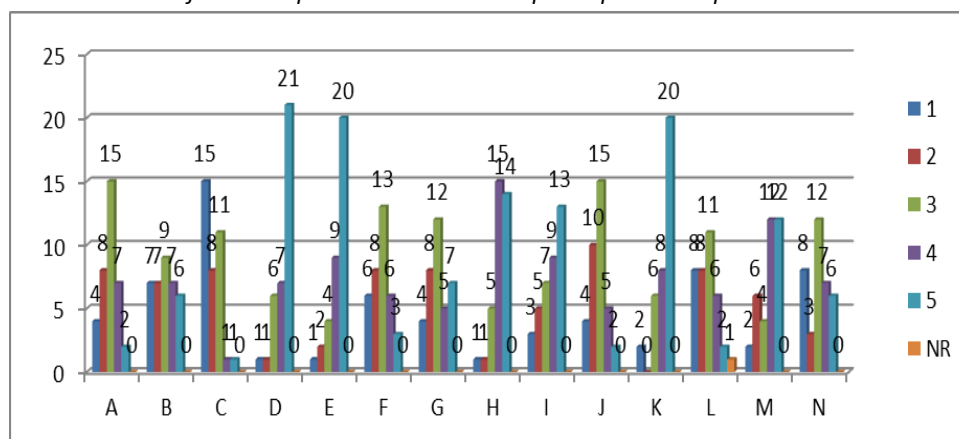
NA = não adequada; A = adequada; D = discordo; C = concordo.

Assim como o fizeram Junqueira e Maximiano (2011), aqui também foi acrescida na Tabela 1 uma coluna que apresenta a resposta satisfatória para cada afirmativa com base em sua adequabilidade, porém não foi levado em conta o grau de concordância ou discordância. A fonte de dados foi o questionário de cada aluno e os dados quantitativos construídos a partir deles forneceram subsídios para uma discussão qualitativa.

4. Resultados e discussão

A seguir, são apresentados os resultados do levantamento das concepções sobre a natureza da ciência dos licenciandos em Química antes e depois da realização das atividades constantes no programa da disciplina História da Química. Os dados coletados são apresentados na forma de gráficos de distribuição de frequência para as respostas assinaladas pelos estudantes:

Gráfico 1: Respostas dos estudantes participantes ao pré-teste.

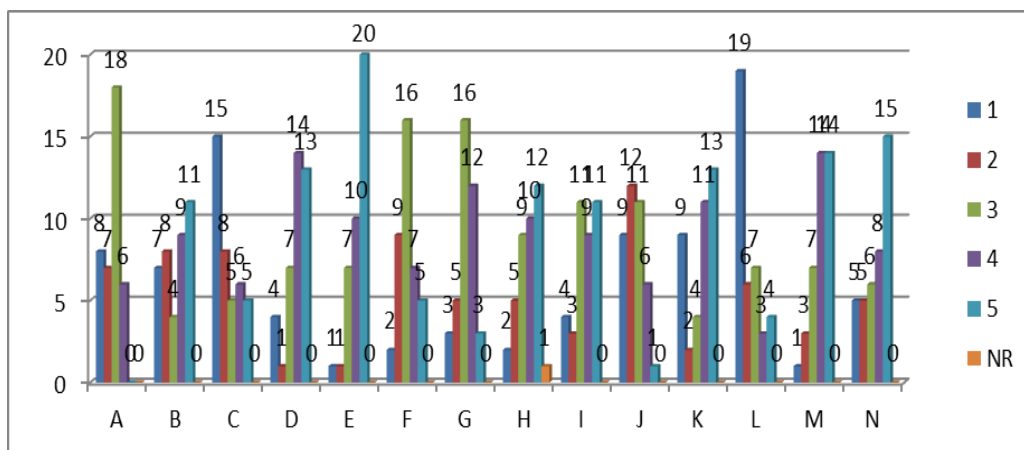


Analisando as frequências máximas, percebemos uma predominância da resposta 3 em sete afirmativas, a saber A, B, F, G, J, L e N. Esta é uma resposta intermediária entre os dois extremos de pensamento indutivista e dedutivista selecionados para a escala utilizada e é bem comum que, num pré-teste, a maioria das respostas seja ausente de um posicionamento mais assertivo em função de um ou de outro método de raciocínio. Ainda assim vemos que para quatro das afirmativas (D, E, I e K) as máximas apontam respostas consideradas “lógicas” – ou dedutivistas, como esclarece Chalmers (1993) – e ainda percebemos dois picos em H e M que são ditas resposta “razoavelmente lógicas”. Não há nenhum máximo associado à resposta dois da escala, que diríamos “razoavelmente indutivista”, e apenas um dos máximos (em C) associado à resposta 1 que indica um posicionamento seguramente “indutivista ingênuo”.

As respostas 1 e 2 são assinaladas como indutivistas (em graus diferentes) e, por isso, pouco satisfatórias ou mesmo adequadas para estudantes do 7º período de um curso de Licenciatura em Química, o ideal é que respostas como estas tenham frequência baixa e, no geral, isto aconteceu – à exceção das afirmativas C com 15 respostas 1 e J com 10 respostas 2. Contudo, vale lembrar que a disciplina de História da Química é um dos poucos espaços abertos para discussões de cunho humanístico num curso que prima pela formação técnica do aluno, como ocorre com a educação em Química em quase todo o Brasil e no mundo, em detrimento de uma educação para a sociedade. As afirmativas assinaladas com os índices 4 e 5 (pensamento

dedutivo), se apresentaram com uma frequência razoável e bem distribuída mesmo no pré-teste. Destacamos D, E, H, I, K e M dentre as afirmativas com altas frequências 4 e 5.

Gráfico 2: Evolução das respostas dos estudantes participantes no pós-teste.



Para o pós-teste, a análise dos máximos mostra uma evolução significativa das concepções sobre a natureza da ciência nos estudantes participantes. Notamos sete picos com os índices 4 e 5 agora, associados ao pensamento lógico/dedutivo: B, D, E, H, K, M e N. Houve, de fato, um deslocamento do posicionamento intermediário (3) para um mais pertinente e satisfatório (aqueles em 4 e 5), contudo ainda foram registradas três afirmativas com máximo de frequência em 3 (A, F e G). Mais uma vez, as afirmativas assinaladas com os índices 1 e 2 da escala, correspondentes ao pensamento indutivo, não se destacaram pelo grande número de máximos de frequência – apenas C, J e L. Em I registramos picos para os índices 3, 4 e 5.

Quanto aos objetivos a que se propõe a disciplina, estes parecem ter sido alcançados visto que ocorreu uma diminuição considerável de respostas 1 e 2 e também uma aumentos da frequência de respostas 4 e 5, como dito antes, mais satisfatórias e adequadas. Vemos, sobretudo, aumento na incidência de respostas 4 nas afirmativas B, C, D, E, F, G, I, J, K, M e N; e 5 nas afirmativas B, C, E, F, J, L, M e N. Esta evolução nas respostas dos estudantes implica numa mudança conceitual, não sem resistência, caracterizada pelo abandono de uma “filosofia do senso comum” (BACHELARD, 1996) em favor do uso do conhecimento segundo um “contexto”. De modo imperceptível, em certa medida, as concepções se aprimoram num movimento de reestruturação, explicitação e integração hierárquica, como explicam Pozo e Crespo (2009).

5. Considerações Finais

É evidente algum desenvolvimento na forma de pensar *sobre* ciência dos estudantes, o que se verifica através dos posicionamentos mais dedutivos ao fim da disciplina. Contudo, como se poderia esperar, concepções sobre teoria, método e experimentação permanecem ancoradas num empirismo ingênuo. Uma razão para ideia arraigada pode ser, como dito anteriormente, o fato de a “História da Química” ser um dos poucos espaços para desmistificação dos ditos aspectos. Assim, se as mudanças não são levadas adiante, se não são exploradas em outros contextos além desse, não é possível garantir que, a longo prazo, estas irão se perpetuar.

Ressaltamos então – confirmando as indicações de Porto (2011) –, o valor que as discussões históricas e filosóficas assumem na gradual evolução conceitual sobre a natureza da ciência e a necessidade de sua retomada, sempre que possível, extrapolando os espaços pontuais oferecidos, visto que são fundamentais para a composição da epistemologia docente e, por isso, tornam mais rica e efetiva a formação inicial dos professores e o exercício do magistério.

6. Referências

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Estela dos Santos Abreu. 7ª reimp. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316p.

CHALMERS, A.F. **O que é ciência afinal?** Tradução de Raul Filker. 2. ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 2009, 230p.

EL-HANI, C.N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica de nível superior. (In) SILVA, C.C. (org) **Estudos de história e filosofia das ciências**: Subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011. p.3-21.

GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. . *Para uma Imagem não deformada do Trabalho Científico*. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001.

JUNQUEIRA, M. M.; MAXIMIANO, F. A. A evolução das concepções sobre a natureza da ciência na formação inicial de professores de química. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS (ENPEC), 8./CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN EN ENSEÑANZA DE LÁS CIENCIAS,1., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: ABRAPEC, 2011, p. 1-13.

MARTINS, R. A. Introdução: a História das Ciência e seus usos na educação. In: SILVA, C.C. (org.). **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011, p.159-180.

MATTHEWS, M. R. **Science teaching**: the role of history and philosophy of science. New York, NY: Routledge, 1994. 256p.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L.I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v.23, n.2, p.273-283, 2000.

OKI, M. C. M. **A História da Química possibilitando o conhecimento da natureza da ciência e uma abordagem contextualizada de conceitos químicos**: um estudo de caso numa disciplina do curso de Química da UFBA. Salvador: Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Educação, 2006, 430p. Tese (Doutorado) – Doutorado em Educação, Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

PORTO, P. A. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W. L. P. dos; MALDANER, O. A. (Orgs.). **Ensino de química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2011. p.159-180.

POZO, J.I.; CRESPO, M.A.G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Tradução de Naila Freitas. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 296p.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da Natureza da Ciência na Educação para a Cidadania. **Ciência & Educação**, v.13, n.2, p.141-156, 2007.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE Jr., O.; EL-HANI NIÑO, C. . *A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física*. **Ciência & Educação**, v.15, n.3, p.529-556, 2009.